溫室之栽培管理技術

李　　咰 *

The Greenhouse Management

Nean Lee

摘　　要

溫室是文明社會的產物，生產型溫室依作物種類，溫室結構、覆蓋材料、環境控制、栽培介質及肥培管理大多不同。如溫室內溫度與光線之管理依作物種類而異：有喜冷涼或高溫者，亦有好強光或喜陰者。所以應先決定作物種類，再決定溫室型態及其設施，才便於栽培管理，以達經濟效益。

溫室在溫帶地區冬天都需加溫至作物生育適溫，在春秋天，加溫與通風兼具，而在夏天則通風冷却最為重要。冬天溫室在密閉加溫系統下，需加入 CO_2 肥料，利用電腦控制，可節省能源，並調節環境於最佳生育條件下，使作物達最高產量與品質。待這些環境因子裝設後，其次決定栽培床裝設，然後決定栽培介質及施肥量。栽培介質，含土壤者，其成分為壤土：砂：泥炭土依體積比1：1：1，盆栽大多採用無土介質，其主要成分為水苔泥炭、樹皮、蛭石和眞珠砂等。培養土先拌入白雲石粉、過磷酸鈣、微量元素及緩效性肥料，於灌溉水中再拌入可溶性肥料，主要成分為氮和鉀，氮肥以 NO_3 態氮為主，NH_4 態氮最好不要超出⅓用量。土壤消毒、溫室的環境衛生及定期燻蒸是溫室管理之例行工作。

一、前　　言

溫室（ greenhouse ）一辭在美國的定義，謂一結構物 (structure)覆以透明材料，讓自然日光透入供植物生長；此結構物具相當的高度，讓人可以進入裡面工作，通常都有加溫設施。在歐洲，greenhouse 大多指很少或不加溫者，而加溫的通常稱為 glasshouse 。溫室的透明覆蓋材料，以前祇有玻璃一種，現在有各種透明塑膠布產品，玻璃纖維浪板，壓克力板等（Nelson ，1985）。以台灣現況來說，公家研究機構，以研究或保存植物為主，大多採較永久性之玻璃溫室，少數趣味栽培者常建造昂貴的玻璃溫室，以養其所喜歡的蘭花或其他觀賞植物。一般以生產為主的溫室，大多以塑膠布或玻璃纖維浪板為被覆材料，其屋頂型式變化極大，拱型（Quonset）建造簡易又便宜採用的最普遍，山型（A－type）也漸被蘭界所採用，以利通風。本文所討論之溫室栽培技術，上述者均包涵在內，而人不能進入工作之低矮防寒隧道式棚架，不在本文探討之內。

---

* 國立台灣大學園藝系教授
Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

二、溫度與光線

溫室在溫帶地區，冬天需加溫至作物生育適溫，春秋天加溫與通風兼具，而夏天則通風冷却最爲重要。台灣地處亞熱帶，依徐和吳（1977）之統計，台灣六大都市全年最高溫超出 30°C 的日數，以基隆最少 98.3 天，台南最多 189.0 天，而最低溫低於 10°C 的日數高雄祇有 2.3天，台中最多也不過 22.3天而已（表三）。再看每月最低、最高及平均溫，冬天較爲冷涼，中南部又逢旱季，光線充足，若有灌溉設備，適於喜冷涼蔬菜和花卉之生產，如結球白菜、結球萵苣、番茄、菊、滿天星、唐菖蒲、仙克來等，春秋氣溫適喜高溫作物之生育，如小黃瓜、蘭類及一般的觀葉植物，而夏天 6～9 月，則溫度過高又有豪雨颱風爲害（表一，二，三），造成園藝作物生產上很多的困難與障碍。若利用設施搭建溫室，夏天必需能防雨降溫才能達到解決先天高溫多雨不利天候之因素，否則建造溫室，夏天溫室氣溫常比外界氣溫可高出11℃，這主因溫室效應（greenhouse effect），即陽光進入溫室後，部分輻射能轉變成較長波長（5～40 μm）之熱輻射能，不能穿出玻璃蓄積溫室內，約佔溫室蓄積熱之22%；另外最大部份的蓄積熱，是因溫室受被覆材料所限，使空氣交換量減少所致。所以溫室的降溫變成台灣溫室管理最重要的課題，這與溫帶溫室管理最主要的是加溫及如何節省加溫用的能源適得其反。

表一　台灣六大都市每月平均氣溫變化統計

溫差	月份／地點	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
平均氣溫（℃）	基隆	15.5	15.4	17.0	20.5	23.8	26.5	28.3	28.1	26.7	23.5	20.4	17.4	21.9
	台北	15.1	15.2	17.3	21.0	24.4	26.6	28.3	28.1	26.6	23.3	20.2	17.0	21.9
	台中	15.7	16.0	18.6	22.3	25.4	27.0	27.9	27.6	26.7	24.0	20.8	17.4	22.4
	台南	17.0	17.5	20.2	23.7	26.7	27.6	28.2	27.8	27.5	25.1	21.9	18.6	23.5
	高雄	18.5	19.2	21.7	24.6	27.2	27.8	28.2	27.9	27.5	25.7	23.1	20.0	24.2
	花蓮	17.3	17.6	19.3	22.0	24.5	26.4	27.5	27.3	26.3	23.8	21.4	18.8	22.7
平均最低氣溫	基隆	13.1	13.0	14.4	17.7	21.1	23.6	25.1	25.0	23.9	21.3	18.2	15.1	19.3
	台北	12.2	12.3	14.2	17.6	21.0	23.2	24.5	24.4	23.2	20.0	17.2	14.1	18.7
	台中	11.5	12.1	14.7	18.5	21.8	23.4	24.2	24.1	23.0	19.9	16.5	13.2	18.5
	台南	12.6	13.0	15.6	19.3	22.8	24.3	24.8	24.6	23.8	20.8	17.5	14.3	19.5
	高雄	14.9	15.5	18.1	21.3	24.1	25.0	25.4	25.2	24.7	22.7	19.7	16.6	21.1
	花蓮	14.3	14.7	16.3	18.9	21.5	23.2	24.0	23.9	22.9	20.6	18.4	15.9	19.6
平均最高氣溫	基隆	18.0	18.1	19.9	23.7	27.2	30.2	32.2	31.9	29.9	26.1	22.9	19.9	25.0
	台北	19.1	19.0	21.5	25.4	28.9	31.4	33.5	33.2	31.4	27.6	24.1	20.9	26.3
	台中	21.9	21.8	23.9	27.4	20.3	31.6	32.7	32.4	31.9	29.9	27.0	23.5	27.8
	台南	23.6	24.1	26.6	29.5	21.7	31.9	32.5	32.2	32.3	31.0	28.2	25.0	29.0
	高雄	23.0	23.8	25.9	28.6	20.9	31.2	31.5	31.2	31.2	29.8	27.3	24.3	28.3
	花蓮	21.0	21.4	23.0	25.7	28.3	30.1	31.6	31.6	30.6	27.9	25.2	22.7	26.7

表二　台灣六大都市之日照時數（小時）與降雨量（mm）統計

	地點＼月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	合計
日照時數（小時）	基隆	48.1	50.8	69.0	89.1	102.7	132.5	215.3	210.9	158.2	95.0	60.2	46.9	1280.4
	台北	88.9	78.5	94.2	114.6	138.4	157.1	221.3	220.6	188.3	140.8	106.5	91.7	1640.7
	台中	183.5	157.0	168.9	176.9	199.5	197.7	244.0	231.0	237.3	240.6	205.4	191.8	2433.3
	台南	197.3	183.7	204.9	213.2	236.1	218.5	242.3	224.4	234.8	243.0	208.8	196.0	2602.8
	高雄	180.0	176.7	195.2	203.5	224.3	185.3	204.6	187.2	203.4	217.4	184.5	172.5	2334.6
	花蓮	74.5	72.2	86.2	107.1	138.9	182.3	254.1	235.3	185.9	130.7	98.2	81.9	1647.3
降雨量（mm）	基隆	329.7	317.6	298.3	210.9	258.4	284.4	134.1	175.8	285.6	276.1	06.4	344.5	3221.8
	台北	92.2	132.9	164.7	158.5	216.4	301.2	241.3	279.2	242.1	120.3	68.1	75.0	2091.8
	台中	33.5	63.0	94.8	118.5	224.6	399.0	276.2	324.1	146.2	20.4	16.1	25.6	1742.1
	台南	18.6	29.5	41.8	66.6	176.1	397.8	403.7	418.6	165.6	34.5	16.7	16.1	1786.4
	高雄	14.1	17.0	34.4	53.4	158.3	438.2	436.2	386.4	158.6	45.3	19.8	13.6	1775.3
	花蓮	70.2	88.2	102.2	116.2	194.0	200.1	241.0	234.3	329.5	275.8	48.5	75.8	2075.7

表三　台灣六大都市全年最高氣溫超過30° C及最低溫低於10 °C的日數，及至1977年一日中最大降雨量及曾有過的最大風速

地區	最高氣溫日數	最低氣溫日數	一日最大降雨量（公厘）	最大風速公尺／秒
基隆	98.3	8.5	333.5	34.0
台北	132.8	17.5	358.9	33.0
台中	159.5	22.3	660.2	26.6
台南	189.0	13.7	443.2	38.2
高雄	153.1	2.3	621.5	38.0
花蓮	110.2	2.6	465.8	45.0

註表一、二、三資料取自徐森雄、吳嘉俊（1977）：台灣六大都市的氣候。

溫室之降溫方法有開窗之自然通風、裝電扇之強制通風，屋頂遮蔭（roof shading），噴水蒸發冷却（evaporation cooling），高壓細霧蒸發冷却（high-pressure mist system）及被公認最具效果之抽風冷却網冷却系統（fan and pad cooling system）。國立台灣大學園藝系於1985年自荷蘭引入荷蘭 Venlo 型溫室，採光極佳（照片1），內有屋內雙重自動遮蔭紗與抽風冷却，冷却系統，可由電腦控制。於1986年完工後之盛夏晴天中午室外氣溫32°C，而溫室內氣溫在不遮蔭單作抽風冷却網下為26°C，比外界氣溫低6° C，這種溫室雖造價較為昂貴，但對高價之種苗生產，值得採用，以利防颱及按時供應質優種苗之目的。

台灣的冬天偶有寒流來襲，也會造成嚴重的霜害及寒害（chilling injury），對高價之蝴蝶蘭，業者多年冬天遭受寒害的損失及爲調節花期，大多裝有加溫設備，不僅防寒，現已進而達到促成栽培之目的。故以溫室建造的形態，設備和成本，端看作物本身之經濟性，即以作物爲先決條件，何種作物具有溫室經濟栽培之效益，依其生長習性如溫度光線之需求，再決定其溫室型態及投入成本。

園藝作物之最適溫度（optimum temperature），變異很大，溫室作物積多年的研究成果，從先進國家文獻記載可歸納成下列五點：

㈠一般作物喜日夜溫之變化，且夜溫比日溫重要，溫室加溫管理主要是控制夜溫，重要經濟溫室花卉之夜溫如表四。晴天日溫約較夜溫高 5 ～ 8℃，陰天則約高 3℃，但一些原生於熱帶地區之觀葉植物，日夜溫差小生長最好。

㈡最適溫常依季節及地區而異，即受總日光輻射能之左右。

表四　溫室花卉之標準夜溫（摘自 Mastalerz，1977）

作　物	夜　溫°C	說　明
杜　鵑	16 — 18	
海　芋	13 — 16	開花時應降到 13°C
香石竹		
冬	10 — 11	夜溫隨季節之光強度
春	13	變化而異，即強光下
夏	13 — 16	可提高夜溫，以確保品質
菊　花		
切花	16	花芽分化時對溫度敏
盆花	17	感，低溫延遲分化
瓜葉菊	16	營養生長
	9 — 10	花芽分化與發育，低溫品質好
仙克來	16 — 18	發　芽
	13	小苗生育
	10 — 11	生長與開花
觀葉植物	18 — 21	種類之間各有其溫度與光度之需求
大岩桐	18 — 21	低溫花易折斷
百　合	16	溫度可左右花苞之發育
蘭		
蝴蝶蘭	25	營養生長
	18	花芽引發及發育
東亞蘭	10	
拖鞋蘭	10 — 13	
聖誕紅	18	營養生長
	16 — 17	短日處理，溫度則影響苞片之轉色
玫　瑰	16 — 17	

㈢最適溫度常依株齡而異，如番茄，剛發芽小苗以日／夜溫 25° C最好，結果時之氣溫以17° C爲佳；現荷蘭推薦結果時之番茄以日夜溫之平均 17 °C爲宜。由此可見台灣夏天平地，不宜以溫室栽培番茄，在過高溫度下討論土壤肥料、病蟲害管理，是徒勞無功之事。花壇苗物（ bedding plant ）如矮牽牛、天竺葵、非洲鳳仙花、四季秋海棠、一串紅和萬壽菊於 24 °C下播種，5天就能發芽的非常整齊，然後立刻放到10 °C，才能使小苗矮壯不會產生徒長苗，不易受立枯病病原菌之爲害。

㈣最適溫依生長階段而不同，如扦插發根、發芽、花芽引發、結果和結球等均有其最適溫度。如聖誕紅培養母株取穗及插穗發根以30 °C爲宜，花芽引著及苞片轉紅在短日下以夜溫 18～21℃爲適，而盛開後，置夜溫15° C左右苞片呈色最佳。結球萵苣在結球時以日／夜溫 17／13℃爲宜。

㈤最適溫度也依栽培者之目的而不同。種苗生產常需較高溫度，以利發根及初期的營養生長。成品出售，常須較低溫度，以維持其品質。

溫帶地區的溫室，加溫的時間非常長，以日本東京栽培蝴蝶蘭需加溫10個月，夏天的兩個月就將溫室四周的玻璃御下，或將塑膠布除去，以利通風，可說對溫度的管理較爲容易，而溫室的光源，主要採自然日光，而太陽能因季節的轉移及每日瞬間的變化，實難於控制。又溫室作物，主要供應冬春市場之需求，在北半球正值短日光線較少時期，以台灣爲例，南北之差異較溫度爲大，元月的台北祇有 88.9 小時的陽光（ sunshine ），而台南則擁有197.3 小時之陽光，至 7～8 月，全省均有 200小時以上的陽光（表二）。陽光少表示陰天多，此時作物之生長限制子是光線強度，作物的產量與品質常與光線強度相平行，所以在美國東北部生產玫瑰的溫室，冬天除加溫外，白天並有人工照明以提高玫瑰產量。在荷蘭，其溫室設計，盡量將玻璃增大，以減少鑲嵌桿，縮小排水漏溝寬度及增大柱間柱距離，使玻璃溫室下的採光達到72%（照片 1 ）。但在夏天高溫強光下，須遮蔭以達降溫及減少作物之日燒劣變。所以荷蘭式溫室設計以電腦自動控制遮蔭紗之遮收功能，以達控制光強度與溫度之目的。美國加州中南部，具有 9 個月的乾旱季節，氣候近似沙漠，夏季白天高溫強光，夜晚則相當冷涼，所以生產用的溫室，大多採聯棟式拱型塑膠布溫室，上噴白粉以減少光線之透入，並以抽風冷却板系統冷却溫室，因其優越氣候條件，使加州的溫室建造較歐洲簡易便宜甚多（照片 2 ）。台灣北部之溫室宜採自動化遮蔭設施，以克服冬夏光線分佈不均現象，但中南部周年光源相當均勻（表二），其遮蔭部份可採加州之固定式，以降低設施成本，如種觀葉植物及蘭花，就可將被覆材料噴上白粉，以達降溫及遮蔭之目的，到冬天視情況再將白粉洗去。

一般的果菜類、玫瑰、香石竹、唐菖蒲等需強光，而蘭花和觀葉植物需遮蔭，其遮蔭度依季節而不同。除光線強度外，影響溫室作物生育的尙有日長的長短。菊花是短日植物，溫帶夏天需以黑布造成人工短日才能開花（照片 2 ），而秋冬春則需半夜電照抑制開花，方能擁有適度的莖長。

三、栽培介質

在溫室建造完成加溫冷却系統完備後，接着就要考慮介質（ rooting media ）。栽培介質除固定植物外，更重要的應具有保水通氣及蓄貯有效養分的功能。溫室連作的問題，易使土壤劣變，必需經常的更換，導致採用無土介質（ soilless media ），近年更興起養液栽培（nutriculture ），以解決溫室根介質之問題。

照片 1　國立台灣大學引入荷蘭　Venlo　型溫室，採光好，對面為冷却網（ Pad ），利用抽風冷却網冷却系統，可使溫室內氣溫比外界氣溫低 6 ℃。

照片 2　加州拱型連棟式塑膠布溫室，塑膠布外面噴白粉，以遮去部分光線。右側之黑幕予盆菊短日處理，使盛夏長日下可開花。

照片 3　溫室下地床上栽培的聖誕紅母株。

照片 4　溫室內之高床，以空心磚為床柱，上放木板，地面舖碎石子，以利排水及工作。

照片 5　管路滴灌達澆水施肥之目的

照片 6　濃縮肥料液，調配加水後，由澆水管路輸送澆水同時施肥稱為 fertigation 。

依Nelson（1985）的意見，認爲適宜的溫室栽培介質應含有下列特性：

㈠盆土所有的有機物，經一段時間栽培後，盆土體積盡量不要顯著的減少，即有機物分解較慢者。

㈡有機物稀之C／N比不要太高，分解太快，以免氮源被微生物所固定，而有缺氮之虞。如土壤中加入木屑或稻殼，就應多加氮肥。

㈢濕潤的盆栽介質容積比重在640～1,200 g／dm^3，以利搬運，太輕容易倒伏亦不好。

㈣介質在排水後，其含水量依體積比在35～50％，空氣佔10～20％。

㈤應具有6－15 me／100 cc的陽離子交換能力，以蓄貯養分。

㈥含有土的介質其pH在6.2～6.8，無土介質的pH應低一點在5.4～6.0。

㈦除氮和鉀，其他生長所需之元素應足可供應一季作物的需之量。

在溫帶國家，其溫室傳統的培養土爲壤土：砂：泥炭土依體積1：1：1混合而成，也有以眞珠砂取代砂者以減輕重量。若該地良好土壤獲得不易及太重問題而採無土介質，以泥炭土或泥炭土拌入等體積之細砂、眞珠砂或蛭石均甚佳。近年美國採用不少堆積過的樹皮於介質內，在含25％時效果甚佳，不祇取代部份的泥炭土，也可解決因燃燒木材廢棄物所造成的公害問題（李，1987）。

栽植前栽培介質pH值之調整非常重要，以施用白雲石粉（dolomite）爲佳。含土介質施3－6 kg／m^3，無土介質則施6－9 kg／m^3。磷肥應以基肥施入，施過磷酸鈣（0-20-0）於含土介質爲1.8 kg／m^3，無土介質則2.7kg／m^3，可供磷和硫。無土介質尙需施入微量元素及展着劑，以免缺乏微量元素及利於水分之吸附。

在國外，有很多商品化的培養土出售，也有生產者自己調配者。台灣近年因生活品質的提高，對花卉需求迫切，由荷蘭進口不少無土栽培的盆花和觀葉植物，加上研究單位多年的提倡及業者的嘗試，盆土的改進日新月異。未來介質的發展，應建立各種作物的配方，並利於機械化和自動化的操作。

亞熱帶地方的溫室，周年濕熱，利於病原菌之滋生，連作更甚，故介質的消毒是溫室管理例行工作之一。在1950年代以前，以更換溫室內土壤爲主，因人工昂貴，好土不易獲得，近年採用空氣與蒸汽混合之蒸汽消毒，其溫度在60－71°C消毒30分鐘。沒有蒸汽設備者，採用化學藥劑消毒如溴化甲烷（methyl bromide）。在台灣拱式簡易塑膠布溫室種植香石竹和滿天星，以淹水方式或與水稻輪作，不失爲經濟可行方法。致於栽植仙克來，觀葉植物等，部分業者均行土壤消毒，以減少病害損失。

四、溫室內栽培床之裝設

溫室內栽培床排列及大小，影響溫室內土地利用率及工作效率。以移動式栽培架，祇留一條46 cm的走道，空間利用率可達90％。栽培床可分地床（ground bed）（照片3），和高床（raised bench）。地床多用於栽植切花、番茄、小黃瓜等。建造時床底採V字形，中間凹處設排水管，床低襯石礫以利排水，床邊至少20 cm以木板圍成或水泥築成。床應每30m傾斜2.5 cm，以利排水。高床之栽培架材料，主由木料、水泥或鐵架構成。簡易者以空心磚爲台腳，上放木架輔以塑膠粗網目或木板（照片4）即成。荷蘭溫室，爲利盆栽植物之搬運，其栽培架之大小配合貨車尺寸，以輪軸或鋼軌協助搬運，以達省工及增加時效。不論何種栽培架，應有50％以上的空隙，以利排水。

栽培床的寬度，切花一般採用1.1－1.2 m寬。高床之高度80－90 cm，靠邊之栽培架以

90 cm 爲宜。中間之栽培架不宜超出 1.8m 寬。荷蘭溫室內之栽培架寬度大多採用 1.6 m。

五、澆　　水

澆水不足使作物萎凋，抑制生長；若澆水過多，易徒長，且不耐貯運，嚴重者因水多介質缺氧致傷及根之生育。建造溫室之前就要先測定水質，塩分太高不適於灌溉用。要把介質水分控制的好，介質應選保水強排水良好者，每次澆水要使介質完全濕透，待作物快要顯出缺水症狀之前再澆水，才不致因澆水過多致生育不良。

現代化的溫室，均有良好之澆水系統，有滴灌（照片 5），也有循環式；在插繁殖時，大多採用噴灑灌溉。且肥料與澆水一起作業，雖自動化，但不管如何，都要有人加以巡視，灑水以補機械化自動化之不足。

六、施　　肥

栽培介質配製時，需加入白雲石粉以調整 pH 值，同時供應鈣和鎂；並拌入過磷酸鈣，內含有磷、硫及鈣；微量元素亦可栽植前拌入或以後溶於水中施用。那麼剩下植物需要最多的氮和鉀就要經常的供應。一般以 200 ppm 氮和 200 ppm 鉀於每次澆水時施用，對大多數的作物效果多不錯，而在歐美溫室，經常使用 20-20-20 高成分可溶性肥料，其商業產品常含有染料及微量元素，染料溶水呈色，提醒作業人員正在施肥中。二者隔週輪流施用效果甚佳。

現代化溫室施肥，都將肥料配成濃縮液（照片 6），施肥時與灌溉管路相配合，其稀釋倍數可透過肥料比例混合機（fertilizer proportioner）混合後再輸出非常方便？一般除澆水同時施用液肥外，在 1～2 個月裡再施一次較濃的肥料液，或者施入緩效性肥料如 Osmocote或 Nuricote，其量依作物種類及大小而異，生長快速的草花，須施用放出肥料較快之緩效性肥料，生長後慢者，則施用放出肥料較慢者，其施用量詳見另文。

作物的營養適當與否，可用肉眼診斷和土壤及葉片分析，對一般生產者而言，應有簡單測量介質 pH 值及測總塩類濃度之儀器，隨時測定供施肥是否適當及參考。

七、病蟲害管理及其他

溫室的主要蟲害有蚜蟲、潛葉蠅、粉介殼蟲、蟎類、薊馬等。病源有毒素病、細菌性、眞菌性和線蟲等。在管理上最重要的就是健康無病蟲害的種苗方能進入溫室，然後維護環境的清潔衛生，若發生病蟲害，選擇藥劑及按安全使用方法施用。其詳細的病蟲方法參看本輯有關病蟲害之專文。

在溫帶國家，冬天冰天雪地，溫室要盡量密閉以防熱能散失，以減少加溫成本，在這種密閉情形下，溫室內常有缺 CO_2 之虞，所以一般作業白天均有加入 1000～1500 ppm CO_2 於溫室中。台灣地處亞熱帶，即使冬天泰半時間需開窗通風，所以尙無增濃 CO_2 的必要。

參考文獻

1. 李　哖　1987　花卉之無土栽培　花卉生產改進研討會專集　桃園區農業改良場專刊 p.18-26.
2. 徐森雄、吳嘉俊 .1979　台灣六大都市的氣候　省立屏東農專水工保持學報第四輯 p.1－17.
3. Mastalerz, J. W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, New York 629 pp.
4. Nelson P. V. 1985. Greenhouse operation and management, 3rd edition, Reston Pub. Comp., Inc. 598 pp.

SUMMARY

Plant response to specific environmental factors is related to the basic plsysiological processes that occur in plants and to yield and quality, the goal of plant production in the greenhouse.

The greenhouse structures has a distinct effect on several environmental factors particularly temperature, light, carbon dioxide, and humidity. The changes that occur in these environmental factors, how they can be modified, and what limitation the greenhouse structure and its equipment impose upon the manager's control of the environment are described and evaluated.

The requirement for heating a greenhouse in winter even in subtropical Taiwan for some crops such as *Phalaenopsis* and foliage plants. Evaporative cooling system, also known as fan and pad cooling in Dutch type greenhouse at the department of Horticulture. NTU, has shown 6°C lower than outside temperature in summer at Taipei.

After greenhouses are constructed and the heating and cooling system are set into operation, the growing bed, root media, root-media pasteurization, watering and fertilization programs should be considered. The largest division in root media types falls between those containing soil and the soilless types. The media should be enriched dolomite and superphosphate. The nitrogen and potassium are commonly applied as a liquid formulation with every watering or once per week. The ammonium form nitrogen must be lower than nitrate form nitrogen to avoid ammonium toxicity.